Über

Stratiotes Aloides

zur Familie der Hydrocharideen gehörig.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Paul Schencke

aus Nordhausen.

Erlangen 1893.

Über

Stratiotes Aloides

zur Familie der Hydrocharideen gehörig.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Paul Schencke

aus Nordhausen.

Erlangen 1893.

Gedruckt mit Genehmigung der philosophischen Fakultät.
Referent: Prof. Dr. M. Reess.

Seinen teuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535711_0223

Einleitung.

Stratiotes Aloides, zur Familie der Hydrocharideen gehörig, kann infolge ihrer eigentümlichen Beschaffenheit, sowie ihrer Lebensweise, als Mittelglied zwischen den schwimmenden und submersen Gewächsen bezeichnet werden. Die Pflanze ist schon lange bekannt.

Im Jahre 1553 wurde sie von Dodonaeus mit dem Namen Sedum aquatile bezeichnet. Im Laufe der Zeit hatte die Pflanze die verschiedensten Namen erhalten, wie Stratiotes potamios, Stratiotes aquatica, Militaris aizoides, Jucca palustris Septentrionalium, Aloefolia palustris, bis Boerhave sie im Index alter plantarum horti med. Lugd. Bat 1720 näher beschrieb und ihr den Namen Stratiotes Aloides gab, welcher bis heute beibehalten ist. Die Angaben betreffs Geschlecht, Heimat und Fortpflanzung der Stratiotes sind so zahlreich, dass es zu zeitraubend sein würde, sie nochmals alle hier aufzuführen. Die Einen erklärten sie als hermaphrodit, die Anderen als diöcisch, ja noch andere, weil die Pflanze als hermaphrodit und diöcisch beobachtet sein sollte, als polygam. Obwohl schon von neueren Autoren soviel gegen das Hermaphrodite der Blüte gesprochen worden ist, kann ich nicht umhin, dennoch den früheren Forschern einigermassen Recht zu geben.

Näheres wird bei der Behandlung der Blüte gesagt werden. Diese sich so vielfach widersprechenden Ansichten begründen sich darauf, dass die Pflanze, je nach dem klimatischen Ort entweder als männliche oder weibliche vorkommt. In der Uebergangszone finden sich natürlich beide Gattungen nebeneinander. Nolte (Bot. Bemerkungen über Stratiotes und Sagittaria 1825) giebt in diesem Werke eine

allgemeine Beschreibung und weist den diöcischen Charakter nach. Er sagt, dass die Pflanze sich vom 50. bis 68. Grad nördlicher Breite und etwa vom 12. bis 120. Grad östlicher Länge von Ferro erstreckt. Vom 55. bis 52. Grad nördlicher Breite kommen beide Geschlechter vor. Für die weibliche Pflanze giebt er Grad 52 bis 68, für die männliche Grad 50 bis 52 an.

Später ist die (Plan) männliche Pflanze im Elsass und in Ungarn nachgewiesen. Die Ansiedelungsversuche, selbst sehr südlich, sind immer mit einem günstigen Resultat ausgefallen. Schon erwähnt hatte ich, dass die Pflanze als Mittelglied zwischen schwimmenden und submersen Gewächsen zu betrachten sei; demgemäss ist auch ihr Bau. Aus einer fleischigen, gestauchten Achse treiben starke lanzettliche, gezähnte Blätter hervor, die geeignet sind, dem Wasser Widerstand zu leisten. Nach dem Boden wachsen aus der Axe lange, fadenförmige Adventivwurzeln, die sehr zerbrechlich sind. Die Wurzeln scheinen der Pflanze weniger zum Halt als zur Aufnahme von Nahrung zu dienen. Sie liebt ruhige, stehende Gewässer, da sie zeitweise vollständig vom Boden losgelöst ist. Sehr interessant ist die Lebensweise und Fortpflanzung von Stratiotes. Nicht ihre ganze Lebensdauer bringt die Pflanze an der Oberfläche schwimmend zu. Zur Winterszeit senkt sie sich auf den Boden des Gewässers und entgeht so ihrer Vernichtung. Die Pflanze blüht von Mai bis August sehr dankbar.

Nachdem die weibliche Pflanze verblüht, senkt sie sich, um ihre Früchte zu reifen, unter den Wasserspiegel. Ihre Frucht, die aus einer sechsfächerigen Beere besteht, enthält ungefähr 30 bis 36 Samen. Die Fortpflanzung durch Adventivsprosse geht ununterbrochen mit Ausnahme der Winterszeit vor sich. Die Sprosse, die in der Jugend etwas flach gedrückt, sind in ihrer Anlage der Mutterpflanze völlig gleichgebildet, sie werden auf langen Stielen aus dem Stamm herausgetrieben.

Während die jungen Pflanzen noch durch die Ausläufer mit der Mutterpflanze verbunden sind, treiben sie aus ihrer Axe Wurzeln. Nach längerer Zeit faulen die Stolonen ab

und die junge Pflanze schwimmt frei an der Oberfläche des Wassers. Wird der junge Spross, kaum nach seinem Hervorbrechen durch irgend welche Gewalt von der Mutterpflanze gelöst, so ist er dennoch schon entwickelungsfähig. Die Entwicklung schreitet aber bedeutend schneller fort, wenn der junge Spross bis zu einer gewissen Zeit noch mit der Mutterpflanze verbunden ist. Mit Eintritt des Frostes hört die Bildung von Sprossen auf und die Mutterpflanze senkt sich mit den jungen Sprossen auf den Boden zum Überwintern. Dasselbe beginnen die jungen losgelösten Pflanzen. Während bei dem Schwimmen der Pflanze die Blätter flach ausgebreitet liegen, richten sie sich zu Anfang des Winters empor. Jedenfalls erlangt dadurch die Pflanze die Fähigkeit, sich zu senken. Während des Verweilens der Pflanze auf dem Grunde des Wassers sterben die Wurzeln vollständig ab. Im Frühjahr erhebt sich dann die Pflanze wieder an die Oberfläche. Um dieses Emporsteigen zu bewerkstelligen, krümmen sich ihre Blätter nach unten zusammen. An die Oberfläche gelangt, breiten sie sich wieder aus und die Pflanze entwickelt dann die durch den Winter zurückgehaltenen Sprossen weiter. Dicht unterhalb der Axe haben die jungen Sprosse eine Einschnürung, an welcher sie beim Faulen der Stolonen abbrechen. In Norddeutschland wuchert die Pflanze als lästiges Unkraut in allen Gewässern. Wegen ihres grossen Gehaltes an phosphorsauren Salzen wird sie als Düngemittel benutzt.

Blatt.

Die Blätter von Stratiotes sind am Grunde von fast dreieckiger Beschaffenheit (Fig. I.). Der Mittelnerv tritt stark hervor. Der obere Teil des Blattes ist weniger auffallend. Am Rande ist das Blatt stark gezähnt. Die Zähne, die sich an den kleinen Blättern durch Herausstülpen der Epidermis bilden, sind nach der Spitze des Blattes gekrümmt. Nachdem die Blätter eine gewisse Länge erreicht haben, beginnen sie an der Spitze abzusterben. Ausser den oben erwähnten Mittelnerven ziehen sich noch längs des Blattes auf beiden Seiten zwei stärkere Parallelnerven hin. Zwischen diesen laufen wieder zahlreiche kleinere Längsnerven, die durch fortgesetztes Anastomosiren mit den Hauptnerven verbunden sind. Die Blätter haben multilaterate Stellung mit ein Drittel Divergenz und sind an ihrer Basis mit Hüllblättchen versehen. Die Epidermis, die etwas gelblich gefärbt ist, hebt sich durch ihre kleinen, etwas längsgestreckten Zellen kräftig von dem Parenchimgewebe des Blattes ab. Sie ist von einer Cuticula auf der oberen sowie auf der unteren Seite bedeckt, wie man nach den üblichen Methoden beweisen kann. Spaltöffnungen sind an dem oberen Teile des Blattes regelmässig auf beiden Seiten vorhanden, während sie am unteren Teile des Blattes fehlen. (Fig. II). Sehr oft kommt es vor, dass sie von Diatomeen zerstört, den Eindruck von Wasserspalten hervorrufen; ebenso benutzen Algen sie gern als Keimungsort für ihre Sporen (Fig. III und IV).

Besonders häufig habe ich Oedogonium gefunden, dessen Sporen sich aus den Spaltöffnungen heraus entwickelten.

Interessant ist, dass an den Stellen, wo sich Spaltöffnungen befinden, die Ausscheidung von kohlensaurem Kalk in so grossen Mengen stattfindet, dass man erst, um die Spaltöffnungen zu sehen, diesen durch Säure entfernen muss. Von der Mitte des Blattes bis nach der Spitze, wo Spaltöffnungen vorhanden sind, ist die Form der Epidermis-

zellen eine weitaus andere, als nach dem unteren Teile zu, wo die Zellen fast rechteckig sind (Fig. V, VI). Chlorophyll ist in den mit Spaltöffnungen versehenen Teile zugleich mit etwas Stärke vorhanden. Im unteren Teile des Blattes dagegen sind alle Epidermiszellen vollständig mit Stärke angefüllt (Fig. VII).

Natürlich wechselt die Menge der letzteren mit der Jahreszeit. Das innere Gewebe des Blattes besteht aus grossen, etwas länglichen, parenchymatischen Zellen, die nach der Spitze des Blattes zu kleiner werden (Fig. VIII, IX).

Das Gewebe der Blätter macht drei verschiedene Stadien durch. Zuerst besteht es aus einem, nur drei Zelllagen starken, verdickten Parenchym, dann aus Collenchymgewebe, und nach vollständiger Ausbildung aus grosszelligem Parenchym. Zahlreiche grosse Intercellularräume sind in allen Teilen vorhanden. Die ganz jungen Blätter bestehen aus drei Zellreihen im Querschnitt. Die einzelnen Zellen haben stark verdickte Wände und viereckiges Aussehen. In diesem kaum entwickelten Zustande lässt sich sehr schön die Bildung der Intercellularräume beobachten. Sie entstehen nicht nur durch das schnellere Wachstum der von einander getrennten Zellen, sondern auch durch Zellteilung, indem eine Scheidewand durch die Zelle wächst. Hierdurch entstehen transversale und longitudinale Zellschichten. Sehr häufig sind die Intercellularräume von Diaphragmen durchsetzt (Fig. X), besonders in dem unteren Teile des Blattes. Sie bestehen aus feinem collenchymatischen Gewebe, welches mit Stärke angefüllt ist. Frank (Über die Entstehung der Intercellularräume der Pflanzen. Beitrag zur Pflanzenphysiologie, Leipzig 1868) giebt an, dass sie bei der Bildung von Intercellularräumen, durch Querwände in den Zellen, an den aneinander und gegenüberliegenden Wänden durch Tochterzellen gebildet werden. Die kleinen, im Collenchymgewebe liegenden, dreieckigen Intercellularräume vermitteln die Verbindung der grossen Intercellularräume. Nicht immer erstreckt sich das Diaphragma durch den ganzen Intercellularraum vollständig hindurch. Losgelöste Zellwände ragen hin und wieder in die Intercellularräume

hinein, Krystalle von oxalsaurem Kalk liegen viefach in den Zellen. In jungen Blättern ist in den meisten Zellen der Zellsaft rot gefärbt, besonders in der Epidermis. Es ist dies eine gerbstoffhaltige Flüssigkeit, wie ich mit Eisenchlorid nachgewiesen habe. Beim späteren Wachstum verliert sich die rote Farbe und geht in eine braune resp. gelbliche über. Er wird dann fest und fast reaktionslos. Mit Kalilauge färbt er sich schön rot. Beim Liegen der Pflanzen in Spiritus zieht sich der Stoff zusammen und wird unlöslich. In allen Teilen der Pflanze findet man diesen Zellsaft, besonders aber im Stamm. Die Gefässbündel, die wie schon früher erwähnt, zahlreich anastomosiren, scheinen sich in den jungen Blättern durch Zellteilung zu entwickeln. Später erst bilden sich die einzelnen Gefässe aus. Der Haupt- oder Mittelnerv des Blattes liegt dicht unter der Epidermis, während die kleineren, zahlreichen Stränge durch eine oder mehrere Zellschichten von der Epidermis getrennt sind. In der Spitze des Blattes nähern sich die Fibrorasalstränge einander und gehen in ein feines Gewebe über. Ein jedes Gefässbündel ist von einer gut differenzirten, aus grösseren Zellen bestehenden Strangscheide umgeben (Fig. IX).

Sodann schliesst ein ununterbrochener Ring von verholztem Prosenchymgewebe den Xylem- und Phloemteil ein. Das Xylem liegt nach der unteren Seite des Blattes zu. Es besteht aus einer grossen Anzahl von Spiral- und einigen Ringgefässen. Nach der Mitte zu liegen ein oder zwei Intercellularräume, die sich aus Ringgefässen durch Zerfall gebildet haben. Indem nämlich durch radiales Wachstum die das Ringgefäss umgebenden, dünnwandigen Zellen sich so vermehrt haben, dass der Gang grösser geworden war, als die darin gelegenen Ringe. Der Phloemteil liegt der oberen Seite des Blattes zu. Die kleineren Gefässbündel sind fast ebenso angeordnet. Der sie umgebende Ring von später verholztem Prosenchym ist natürlich noch nicht in der Weise ausgebildet. Intercellularräume fehlen darin, sind vielmehr noch als Ringgefässe vorhanden.

Stamm.

Der Stamm von Stratiotes Aloides ist von rundlicher, gestauchter Form. In seinem Innern kann man verschiedene Schichten unterscheiden. Der mittelste Teil, die eigentliche Achse, besteht aus einer unregelmässig durcheinanderlaufenden Masse von Gefässbündeln (Fig. XII). Hierauf folgt eine parenchymatische Schicht, die von zahlreichen, schräg von der Achse nach den Blättern laufenden Gefässbündeln durchzogen wird. Intercellularräume sind darin gelegen, die nach der Epidermis zu grösser werden. Sodann bemerkt man eine schmale Schicht aus engen Zellen, die Periblemschicht, in welcher sich die Blätter durch tangentiale Teilung bilden. An diese Schicht schliessen sich die tiefer angelegten Blätter eng an. Bei jungen Pflanzen ist die Periblemschicht noch nicht so deutlich ausgeprägt. Am unteren Teile, wo die Wurzeln hervorbrechen, haben die jungen Pflanzen eine Epidermis, die aus kleinen, länglichen gelbgefärbten Zellen besteht. Alte Pflanzen besitzen im untern Teil eine stark ausgebildete Achse und die Parenchymschicht, die daran anlagert, ist bis auf geringe Reste aufgezehrt. Eine Epidermis ist nicht mehr vorhanden; jedenfalls ist sie durch das viele Hindurchbrechen der Adventivwurzeln zerstört. Die Adventivwurzeln bilden sich an der Achse und suchen die Parenchymschicht zu durchbrechen.

Ihre Anlage, die bei der Wurzel näher besprochen wird, kann man auf einem Querschnitt sehr schön beobachten.

Mit der Jahreszeit wechselt die Dicke der die Achse umgebenden Parenchymschicht, je nachdem die Pflanze zu ihrer Ernährung Stärke aufgespeichert hat. Besonders bei jungen Sprossen ist die untere Parenchymschicht des Stammes stark ausgebildet und von zahlreichen Intercellu-

larräumen durchsetzt. Der Verlauf der Gefässbündel des Stammes in die Stolonen wird später behandelt werden. Die Spitze des Stammes, die flach gewölbt ist, besteht aus Dermatogen, Periblem und Plerom. Die jungen Blätter werden im Periblem durch tangentiale Teilungen angelegt und treten als Ausstülpungen am Vegetationskegel hervor. Ihre Divergenz, die ein Drittel beträgt, habe ich schon früher angegeben.

Wurzel.

Wie ich schon früher erwähnt habe, ist Stratiotes durch lange, dünne Adventivwurzeln ausgezeichnet, die von der Stammachse ausgehend, die Parenchymschicht durchbrechen. Die Epidermis der Wurzel besteht aus kleinen, langgestreckten Zellen, die, von oben betrachtet, rechteckig sind (Fig. XIII). Hierauf folgt eine Schicht äusserer Rinde, die aus vier bis fünf Zelllagen besteht. Die Zellen sind ziemlich gross, oval, nicht sehr regelmässig gestaltet.

Eine fernere Schicht ist die innere Rinde, die man wiederum in zwei Abteilungen ordnen kann. Die eine, an der äusseren Rinde angelagert, ist durch grosse, radiale Intercellularräume gefeldert. Die einzelnen Zellreihen sind verschieden zu zwei, drei, vier oder mehrere zusammengelagert. Die andere besteht aus zwei oder drei Lagen kleinerer mit geringen Intercellularräumen versehenen ovalen Zellen, die den Procambiumcylinder einschliessen (Fig. XIV). Sie besitzen Wandverdickungen und dienen zum Schutze des Cylinders. Die Intercellularräume entstehen durch das Auseinanderweichen der Zellen. Die einzelnen Zellreihen bilden sich durch tangentiale Teilungen der Innenrinde in centripetaler Folge und durch spätere Streckung derselben. Die Intercellularräume sind nicht von Diaphragmen durchsetzt. Chlorophyll ist in der inneren Rinde sehr viel vorhanden, ebenso findet sich Stärke. Der Procambiumcylinder wird von einer scharf abgegrenzten Schutzscheide umschlossen. Im mittleren Teile des Cylinders liegen circa sieben bis acht Intercellularräume. Ring- und Spiralgefässe sind in älteren ausgebildeten Wurzeln vorhanden. Der übrige Teil des Cylinders wird durch dünne Prosenchymzellen ausgefüllt, die Wandverdickungen besitzen und durch schräge Querwände getrennt werden. Stratiotes besitzt eine stark ausgebildete Wurzelhaube. Bei jungen, noch nicht

sehr langen Wurzeln zieht sie sich ganz darüber hin. Sie besteht aus länglichen, drei bis vier Reihen übereinanderliegenden Zellen. Bei weiterem Längenwachstum der Wurzel zerfällt sie bis auf die eigentliche Haube an der Spitze. Ihre Anlage kann man auf einem Längsschnitt des Stammes sehr schön sehen. Das ganze innere Gewebe der Wurzel besteht dann noch aus ziemlich quadratischen Zellen, ohne Intercellularräume. Die Epidermis ist dunkler gefärbt und man kann deutlich die zwei oder drei Zelllagen dicke Haube erkennen. Die Wurzelspitze besitzt drei selbständige Meristeme. Die Wurzelhaube entsteht durch die Thätigkeit des Kalyptrogen und der centrale Cylinder wird durch das Plerom ergänzt. Rinde sowohl als auch Epidermis besitzen gemeinschaftliche Initialzellen.

Erst nachdem die Wurzel eine beträchtliche Länge erreicht hat, treten aus der Epidermis Wurzelhaare hervor (Fig. XV, XVI). Sie sind ungeteilt, schlauchförmig mit abgerundeter Spitze. Ihre Bildung erfolgt in akropetaler Reihenfolge und sie erreichen eine ziemliche Länge. Am Grunde haben sie eigentümliche korallenartige Wandverdickungen (Fig. XVII). Kny (Botan. Jnhresbericht 1876 I. Abtlg. S. 16) sagt darüber Folgendes: Dieselben finden sich an der Basis der Wurzelhaare von Stratiotes und entstehen schon vor dem Hervortreten des Haares als zapfenartige Erhebungen, die sich dann weiter gabeln oder in anderer Weise verzweigen. Die Aeste derselben sind wellig hin und hergebogen, oft auch an den Enden dicker. Mit Chlorzinkjod färben sie sich blau.

Stolonen.

Die jungen Sprosse oder Stolonen, wie wir sie nennen können, entstehen aus den fertilen Blattachseln und zwar stets einige zugleich mit Infloreszenzknospen. Nicht ein jedes Blatt ist fertil, sondern es liegen immer mehrere sterile Blätter dazwischen. Die Entwicklung der Stolonen dauert während der ganzen Vegetationsperiode der Pflanze ununterbrochen fort. Die Sprosse haben eine flach zusammengedrückte nach oben spitz zugehende Gestalt. Ihre äusseren Hüllblätter besitzen festere, schuppige Struktur, krümmen sich bei der Entfaltung der jungen Pflanze sofort zurück und bleiben in der Entwicklung stehen. Der junge Spross, der sich durch das rasche Wachstum der Stolonen von der Mutterpflanze entfernt, ist nun schon selbständig lebensfähig. Die Zellen der Epidermis der Stolonen sind in ihrem Anfangswachstum maschig, unregelmässig (Figur XVIII). Später werden sie durch ihr schnelles Wachsen fast rechteckig (Fig. XIX). Sie sind gelblich gefärbt und mit einer dünnen Cuticula bedeckt. Das innere, zuerst collenchymatische Gewebe geht durch das Längenwachstum in ein Parenchymatisches über (Fig. XX). Zahlreiche Intercellularräume sind darin vorhanden, die ebenfalls wie bei den Blättern durch Diaphragmen getrennt sind und deren Entstehung sich auf die früher angegebene Weise zurückführen lässt (Fig. XXI). Chlorophyll sowohl als auch Stärke ist in den Stolonen in der Epidermis, wie im Parenchym enthalten. Das innere Gewebe wird von einem Zentralen (Fig. XXII) und acht näher der Epidermis ziemlich regelmässig angeordneten grösseren Gefässbündeln durchzogen. Zwischen diesen liegen aber wieder kleine Gefässbündel, je nach dem Umfang des Stolonen, so dass man keine bestimmte Anzahl angeben kann. Sie laufen in der Längsrichtung ohne zu amastonisiren. Hinter der Einschnürungs-

stelle nähern sich die Gefässbündel einander und verlaufen, nachdem sich die kleineren mit den grösseren vereinigt haben, in einigen starken Strängen in der Stammaxe. Die Gefässbündel sind von einer Strangscheide umgeben, die einige Wandverdickungen zeigt.

An diese Scheide schliessen sich Prosenchymzellen an. In der Mitte des Gefässbündels befinden sich ein oder zwei Intercellularräume, ferner Ring- und Spiralgefässe. Der Xylemtheil liegt nach der Epidermis, das Phloem nach der Mitte zu.

Blüte.

Die Blüte von Stratiotes bietet nicht allein wegen ihres diöcischen Charakters, sondern auch wegen ihrer grossen Variabilität viel Interessantes. Durch die grosse Liebenswürdigkeit des Herrn Direktor Prof. Dr. Buchenau, Bremen, sowie des Herrn Prof. Dr. Urban, Berlin und des Herrn Assistenten Dr. Brick, Hamburg, war es mir vergönnt, ausser Erlanger auch auswärtiges lebendes, männliches und weibliches Material zu untersuchen. Wie ich schon früher erwähnt habe, blüt die Pflanze von Mai bis August, je nach dem klimatischen Ort. Sie treibt aus ihrer Achse zahlreiche kräftige Blüten hervor, deren Blütenstiele bei der Männlichen und Weiblichen gleich gebaut sind. Sie sind flach zusammengedrückt. Die Epidermiszellen sind klein, länglich, heben sich von dem inneren Gewebe scharf ab. Dann folgt eine parenchymatische Schicht aus vier Zellreihen bestehend. Die Zellen sind ziemlich gross, abgerundet.

In diesem parenchymatischen Gewebe laufen zahlreiche kleinere Gefässbündel. Das ganze innere Gewebe besteht aus einzelnen Zellreihen, die grosse Intercellularräume einschliessen. Die Intercellularräume sind mit Diaphragmen versehen. Die Entstehung der Intercellularräume sowohl als auch der Diaphragmen ist schon früher angegeben. Ungefähr zehn grosse Gefässbündel durchziehen das mittlere Gewebe ohne zu anastomosiren. Sie sind von einer meist aus zwei Zellreihen bestehenden Strangscheide umgeben. Ihr anatomischer Bau ist denen der Stolonen gleich. Die männliche Blüte ist weiss, gestielt, immer zu mehreren vereint zwischen den kräftigen Scheideblättern hervorbrechend. Die Scheideblätter fand ich in einzelnen Exemplaren verkümmert, einige Mal beobachtete ich ausser den zwei Äusseren noch zwei Innere. Bei der Blüthe entwickeln

sich zuerst die Kelchblätter, deren Zahl drei mit ein Drittel Divergenz ist. Wenige Spaltöffnungen sind auf der Aussenseite vorhanden. An der inneren Struktur ist nichts bemerkenswertes. Hierauf folgen drei Kronenblätter. Die Kronenblätter sind drei Zelllagen stark. Die Epidermis ist unregelmässig den Laubblättern an der Spitze ähnlich. An ihrer Anheftungsstelle treten ungefähr elf Gefässbündel in das Blumenblatt in einem Strange ein; später verzweigen sie sich in verschiedene kleinere Stränge. Sie bestehen aus spiralig verdicktem Tracheiden. Der innere Teil der Blüte, das Andröceum, besteht, wie ich immer gefunden habe, aus 16 Stamina, die in drei Kreisen stehen. Die Entwicklung geschieht in akropetaler Reihenfolge (Figur XXIII und XXIV). Die Stamina sind regelmässig. Die Antherenhälften sind nur einfächrig, sodass nur zwei Zellreihen zu Pollenmutterzellen umgewandelt werden (Figur XXV). Die beiden Pollensäcke liegen zu beiden Seiten des Connectivs. Die die Pollenkammern einschliessenden Zellen haben spiralig verdickte Wände.

Das innere Gewebe der Stamina besteht aus grossen Zellen mit ebenfalls oft spiralig verdickten Wänden. In der Mitte läuft ein Fibrovasalstrang. Der Pollen ist rund und die Exine mit spitzen Wärzchen besetzt.

Zellkernfärbungen, die ich mit Chromosmiumessigsäure und Beal'schen Carmin vornahm, lieferten sehr schöne Resulsate (Fig. XXVI). Der äussere Teil der Blüte besteht aus 30—35 Staminodien oder Nektariumstrahlen, die in zwei Kreisen angeordnet und dedublirt sind. Die Zahl der Nektariumstrahlen scheint eine sehr schwankende zu sein. Oft habe ich ausser den ausgebildeten noch eine Anzahl in der Entwicklung zurückgebliebener bemerkt. Die Nektariumstrahlen haben lanzettlich pfriemenförmige Gestalt. Unter der Epidermis liegen grosse Zellen, die mit einer zuckerhaltigen Flüssigkeit gefüllt sind. Am Grunde des Nektariumstrahles sammelt sich die aus den Zellen austretende Flüssigkeit in Gestalt eines kleinen Tropfens. Den Zuckergehalt habe ich mit Fehling'scher Lösung nachgewiesen. Die weibliche Blume ist sitzend, selten mehr als

eine Blüte zwischen den Scheideblättern treibend. Kelch und Kronenblätter sind der männlichen gleich gebildet, ebenso ist ihre Entstehung dieselbe. (Figur XXVII). Die sechs Griffel sind gespalten, am Grunde vereinigt. Die Narben sind mit Papillen bekleidet. Die Entstehung der Plazenten ersieht man aus Figur XXVIII und XXIX. Die sechs Griffel sind wie bei der männlichen Blüte mit einem Kranze Nektariumstrahlen umgeben. In dem Material, welches mir zur Verfügung stand, konnte ich aber nur 18 bis 22 Nektariumstrahlen zählen, nicht 25—30 wie frühere Autoren angaben.

Wunderbar erscheint es, dass von keinem früheren Autor die Fruchtbarkeit einzelner Nektariumstrahlen der weiblichen Blüte bemerkt ist. Im allgemeinen sind die Nektariumstrahlen in ihrer inneren Struktur den männlichen Stamina vollständig gleich. Ich verweise auf Figur XXX. Die Pollensäcke sind regelrecht ausgebildet, ebenso die spiralig verdickten Zellen um die Pollensäcke herum vorhanden. Der Pollen ist genau so ausgebildet, wie in der männlichen Blüte und enthält auch zwei Zellkerne, wie ich durch Färbung mit Chromosmiumessigsäure und Beal'schen Carmin nachgewiesen habe. In vielen Nektariumstrahlen ist nur ein Pollensack an einer Seite angelegt, während die andere Seite gewöhnliche Zellen enthält. Der grösste Teil der Nektariumstrahlen ist jedoch unfruchtbar oder der Pollen gelangt nicht zur Reife. Die Nektariumstrahlen der weiblichen Blüte sind bedeutend grösser als die männlichen, haben aber dieselbe lanzettlich pfriemenförmige Gestalt. Ob nun eine Befruchtung der weiblichen Blüte durch ihre eigenen Nektariumstrahlen zu Stande kommt, konnte ich nicht entscheiden, möglich ist sie jedenfalls, während Keimungsversuche der Pollenkörner in 5 %, 10 % und 30 % Zuckerlösung oder auf Narben zu keinem Resultat führten. Der Fruchtknoten ist unterständig einfächerig.

Frucht.

Die Frucht von Stratiotes, eine Beere, ist ziemlich regelmässig, sechsfächerig. Nach ihrem oberen Ende hin nimmt sie an Umfang ab. Ihre Spitze ist gewölbt und sechsteilig (Figur XXXI). Sie ist auf einem kurzen flachgedrückten Stiele angeheftet. Umschlossen wird sie von zwei äusseren sehr starken Scheideblättern und einem inneren. Die reife Frucht steht teils aufrecht, theils ist sie nach unten gekrümmt. Erstere Stellung dürfte wohl die am meisten vorkommende sein. Die Epidermiszellen sind klein, etwas dunkler gefärbt.

Unter der Epidermis ist Collenchymgewebe. Hieran schliesst sich Parenchymgewebe, welches verhältnismässig grosse Intercellularräume enthält. Die Intercellularräume sind nur durch eine Zellreihe von einander getrennt und haben, wie es mir scheint, keine Diaphragmen. Die Zellen des Parenchym sind länglich, nicht sehr gross. Das Innere der Frucht ist in sechs Teile gefeldert. Die Scheidewände bestehen aus je zwei Zellreihen, die dicht neben einander herlaufen. Eine jede solche Scheidewand wird von ungefähr zehn bis zwölf Zellreihen gebildet, die sich im Innern wickelartig in einander krümmen. Einige Zellreihen einer jeden Scheidewand laufen an der Parenchymschicht in welliger Linie entlang und vereinigen sich mit der nächsten Scheidewand, so ein abgeschlossenes Dreieck bildend. In der Mitte sind die Scheidewände nicht verwachsen. Zahlreiche Gefässbündel sind in der Frucht enthalten. Die Hauptgefässbündel liegen zwischen der Collenchym- und Parenchymschicht und zwar jedesmal in einer Ecke der Frucht. Auch die Scheidewände enthalten kleinere Gefässbündel, die wiederholt mit den grösseren anastomosiren. Am unteren Theile, bevor sie in den Stiel übergehen, vereinigen sie sich zu einer dichtgedrängten Masse, um sich

dann in zahlreiche Stränge zu theilen. Die Gefässbündel bestehen aus Ringefässen, Spiralgefässen, Prosenchymgewebe und Bastfasern. Eine Strangscheide lässt sich ebenfalls nachweisen. Die Samenanlagen sind anatrop (Fig. XXXII). Die Samen sind zu fünf oder sechs im Winkel der Scheidewände, nicht weit von der Parenchymschicht entfernt angeheftet und von einem gallertartigen Schleim umgeben, der die ganzen Fächer ausfüllt. Die Gesamtzahl der Samen in einer Frucht schwankt zwischen dreissig und sechsunddreissig.

Samen.

Reife Samen standen mir zur Untersuchung leider nicht zu Gebote und verweise ich auf die Untersuchung von Irmisch (Flora 1865. Beitrag zur Naturgeschichte der Stratiotes Aloides, über die Form als auch über die Keimung des Samens). Ueber den Samen hat ferner Klinsmann (Botan. Zeitung 1860. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von Statiotes Aloides) gearbeitet.

Kurze Notizen werde ich über die Samen nach Untersuchung der beiden Autoren hier angeben. Der Samen ist länglich, etwas gekrümmt, auf der einen Seite mit einem schwachen Rande versehen. In ihrem oberen Teile werden sie dünner und endigen plötzlich, eine vierseitige Tafel bildend. Sie werden von zwei Häuten umgeben. Die äussere ist ziemlich dick, bräunlich, die innere Haut dünn, zart und am Grunde mit der äusseren zusammengewachsen. Ausser dem Embryo, der im reifen Samen sehr entwickelt ist, sind eine grosse Anzahl junger Laubblätter in spiraliger Anordnung zu erkennen. Das lineallanzettliche dicke fleischige Keimblatt ist in seinem Gewebe dicht mit Nährstoffen angefüllt und umfasst mit seinen Seitenrändern am Grunde die ersten Laubblätter nur sehr wenig. In der Axel der Laubblätter sind bereits die kleinen Hüllblätter zu erkennen.

Aschenanalyse.

Eine Aschenanalyse von Stratiotes ist von Wolff (Aschenanalysen von Prof. Dr. Wolff 1871) geliefert.

Rohasche 17,19 %
Sand, Kohle --
Kohlensäure 30,37 % } in der Rohasche.

In 100 Teilen der Reinasche %:

KO	45,09	$P_2 O_5$	4,20
Na O	3,88	SO_3	5,09
Ca O	15,70	$Si O_2$	2,65
Mg O	20,99	Cl	2,41
$Fe_2 O_3$	0,56		

Schluss.

Während der Winterszeit züchtete ich einige Pflanzen in grossen Glasgefässen. Es gelang mir selbst bei grösster Pflege nicht, sie zum Blühen zu bringen. Die Pflanzen trieben schnell Wurzeln und entwickelten viele Sprosse, ebenso war das Wachstum der Blätter ein ungewöhnlich schnelles. Sie waren bedeutend zarter als die in der Natur gewachsenen. Einige Pflanzen, die ich unter einer Glasglocke auf Schlammerde zog, entwickelten sich die erste Zeit recht schön, gingen aber später, ohne Wuzeln gebildet zu haben, ein.

Zum Schluss meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. M. Rees für das lebhafte Interesse und die vielfachen Untersuchungen bei der Arbeit meinen besten Dank zu sagen. Nicht minder danke ich Herrn Dr. Bruns, welcher in zuvorkommendster Weise durch praktische Ratschläge zur Förderung meiner Arbeit beigetragen hat.

Litteratur.

Chatin. Anatomie comparée des Vegetaux.

Nolte. Botanische Bemerkungen über Stratiotes und Sagittaria, 1825.

Rohrbach. Beiträge zur Kenntnis einiger Hydrocharideen. Abhandl. der Naturforscher-Gesellschaft zu Halle. Bd. XII.

Janczewski. Recherches sur l'accroissement terminal des racines, 1874.

Wolff, Emil. Pflanzenaschen, 1871.

Irmisch. Beitrag zur Naturgeschichte der Stratiotes Aloides. Flora 1865. No. VI.

Klinsmann. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von Stratiotes Aloides. Botan. Zeitung, 1860.

Schenck. Die Biologie der Wassergewächse, 1886.

Erklärung der Tafeln.

Figur I. Querschnitt eines Blattes. 514f. Vergrösserung. o obere Seite, u untere Seite, e Epidermis, i Intercellularraum, g kleines Gefässbündel, c centrales Gefässbündel, p Parenchym.

Figur II. Querschnitt eines Blattes. 514f. Vergrösserung S Spaltöffnung, e Epidermis, p Parenchym.

Figur III. Querschnitt eines Blattes. 514f. Vergrösserung. S zerstörte Spaltöffnung, e. Epidermis, p Parenchym.

Figur IV. Epidermis eines Blattes. 514f. Vergrösserung, S Spaltöffnung, Sp. zerstörte Spaltöffnung.

Figur V. Epidermis, oberer Theil eines Blattes nach der Spitze zu. 514f. Vergrösserung. S Spaltöffnungen.

Figur VI. Längsschnitt eines Blattes. 276f. Vergrösserung. S Spaltöffnung, e Epidermis, p Parenchym.

Figur VII. Epidermis. Am Grunde des Blattes, mit viel Stärke angefüllt. Zellen fast rechteckig. 514f. Vergrösserung.

Figur VIII. Querschnitt eines Blattes. 120f. Vergrösserung. e Epidermis, p Parenchym, g Gefässbündel, i Intercellularraum, f roter Zellsaft.

Figur IX. Längsschnitt eines Blattes. 120f. Vergrösserung. e Epidermis, p Parenchym, g Gefässbündel, i Intercellularräume, f roter Zellsaft.

Figur X. Querschnitt eines Blattes. 120f. Vergrösserung. d Diaphragmen mit Stärke angefüllt, p Parenchym, l noch nicht zugewachsener Intercellularraum, f roter eingetrockneter Zellsaft.

Figur XI. Querschnitt des Gefässbündels eines Blattes, Vergrösserung 276. o obere Seite, u untere Seite, pr unterbrochener Prosenchymring, ph Phloem, x Xylem, i Intercellularräume.

Figur XII. Querschnitt des Stammes, unterer Teil. 30f. Vergrösserung. a hervorbrechende Adventivwurzel, e Epidermis, p Parenchym, S Stammaxe, g Gefässbündel, f roter Zellsaft.

Figur XIII. Querschnitt der Wurzel. 120f. Vergrösserung. e Epidermis, h ausgefallenes Wurzelhaar, a äussere Rinde, r innere Rinde, i Intercellularraum, f roter Zellsaft.

Figur XIV. Querschnitt der Wurzel. 120f. Vergrösserung. i innere Rinde, S Strangscheide, g centrales Gefässbündel, h Intercellularraum, p Prosenchymzellen.

Figur XV. Epidermis der Wurzel. 276f. Vergrösserung. h Epidermiszellen, in denen Wurzelhaare angelegt.

Figur XVI. Querschnitt einer Wurzel. 514f. Vergrösserung. h in der Epidermis angelegtes Wurzelhaar, z Zellkerne.

Figur XVII. Querschnitt einer Wurzel. 120f. Vergrösserung. e Epidermis, h Wurzelhaar, v korallenartige Membranverdickung, a äussere Rinde.

Figur XVIII. Epidermis eines Stolonen, kurz nach dem Heraustreiben aus dem Stamm. 514f. Vergröss.

Figur XIX. Fpidermis eines Stolonen nach späterem Längenwachstum. 514f. Vergrösserung.

Figur XX. Querschnitt eines Stolonen. 514f. Vergrösserung. e Epidermis, c Collenchymgewebe.

Figur XXI. Querschnitt eines Stolonen. 120f. Vergrösserung. e Epidermis, c Collenchymgewebe, g Gefässbündel, i Intercellularraum, p Parenchym.

Figur XXII. Querschnitt eines Stolonen. 276f. Vergrösserung. Centrales Gefässbündel, ph Phloem, x Xylem, pr. Prosenchym, i Intercellularraum.

Figur XXIII. Männliche Blüte. Erster Kreis der Stamina wird angelegt. 100f. Vergrösserung.

Figur XXIV. Männliche Blüthe. Stamina angelegt. 100f. Vergrösserung.

Figur XXV. Männliche Blüte. Stamen. Querschnitt. 120f. Vergrösserung. p Pollensack, sp. spiralig verdickte Zellen, c Connectiv mit Fibrovasalstrang.

Figur XXVI. Pollenkörner. z Zellkerne. 514f. Vergröss.

Figur XXVII. Weibliche Blüte. 100f. Vergrösserung. Axe noch kahl, Kelch und Kronenblätter angelegt.

Figur XXVIII. Weibliche Blüte. 100f. Vergrösserung. Entstehung der Plazenten.

Figur XXIX. Weibliche Blüte. 100f. Vergrösserung. 6 Plazenten angelegt.

Figur XXX. Weibliche Blüte. Querschnitt eines Nektariumstrahles. 120f. Vergrösserung. z Zuckerzellen, p Pollensäcke, c Connectiv mit Fibrovasalstrang, sp spiralig verdickte Zellen.

Figur XXXI. Frucht-Querschnitt. 34f. Vergrösserung. e Epidermis, i Collenchymgewebe, g Gefässbündel, p Parenchymgewebe mit Intercellularräumen, S innere Scheidewände (Samen sind weggelassen).

Figur XXXII. Samenanlagen. 100f. Vergrösserung.

Druck von Fr. Eberhardt in Nordhausen.

Fig. I

Fig. II

Fig. III

Fig. IV

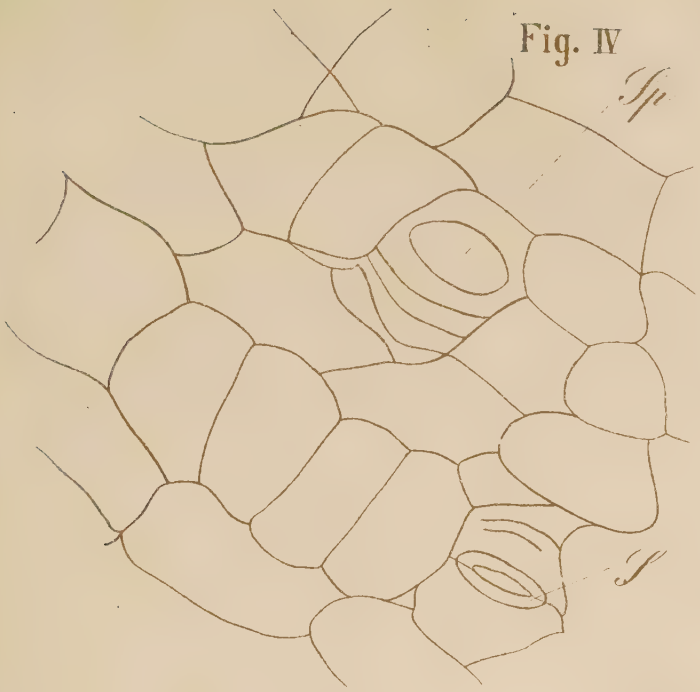

Fig. V

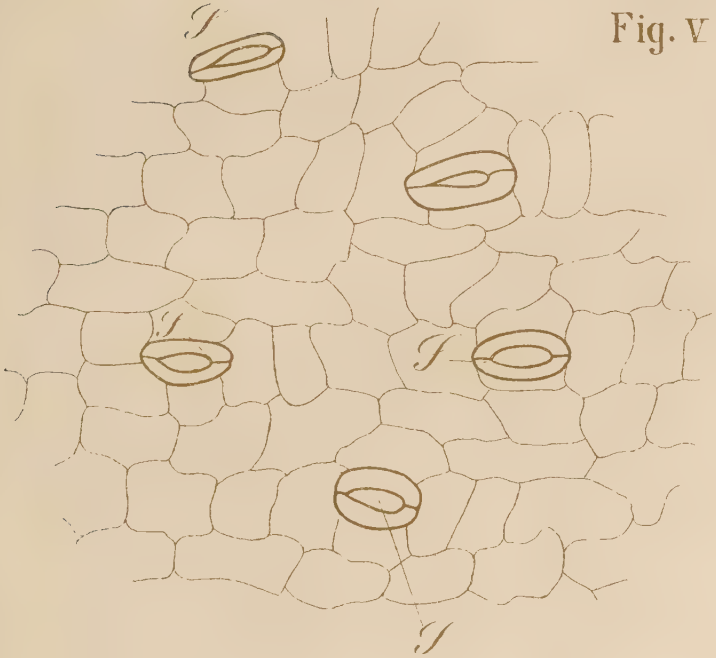

Fig. VI

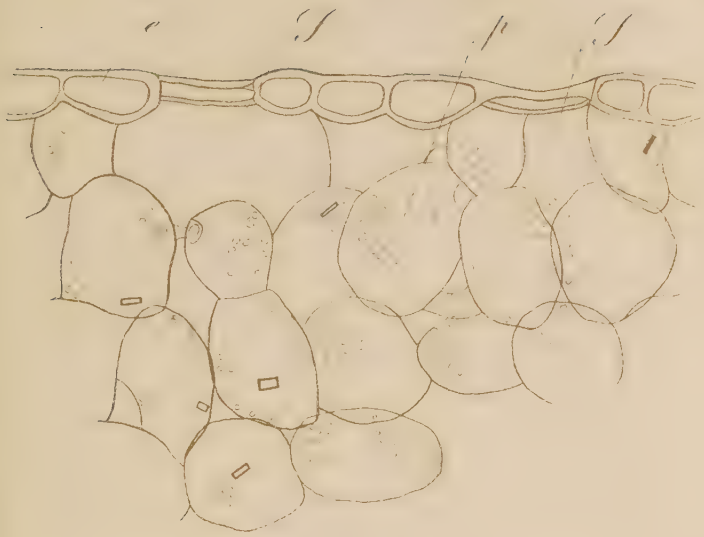

Fig. VII

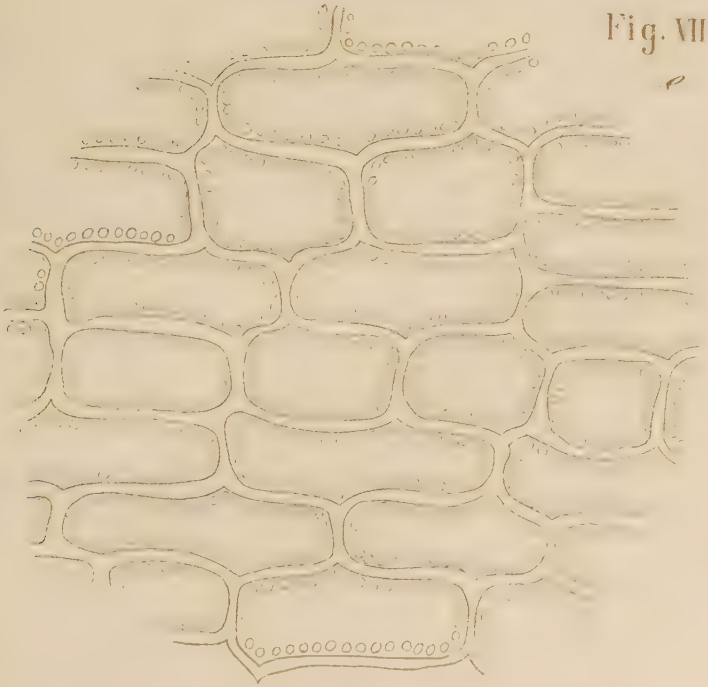

Fig. VIII

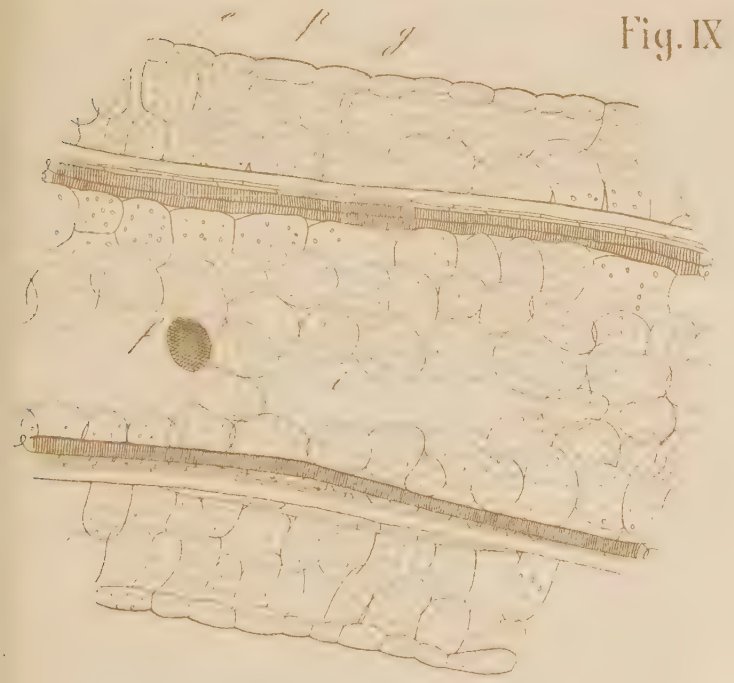

Fig. IX

Fig.X

Fig.XI

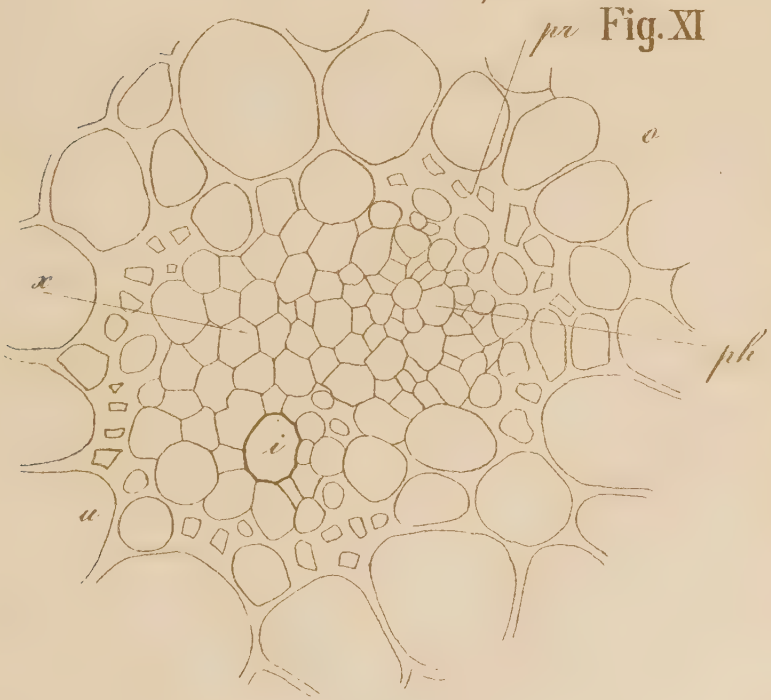

Fig. XII

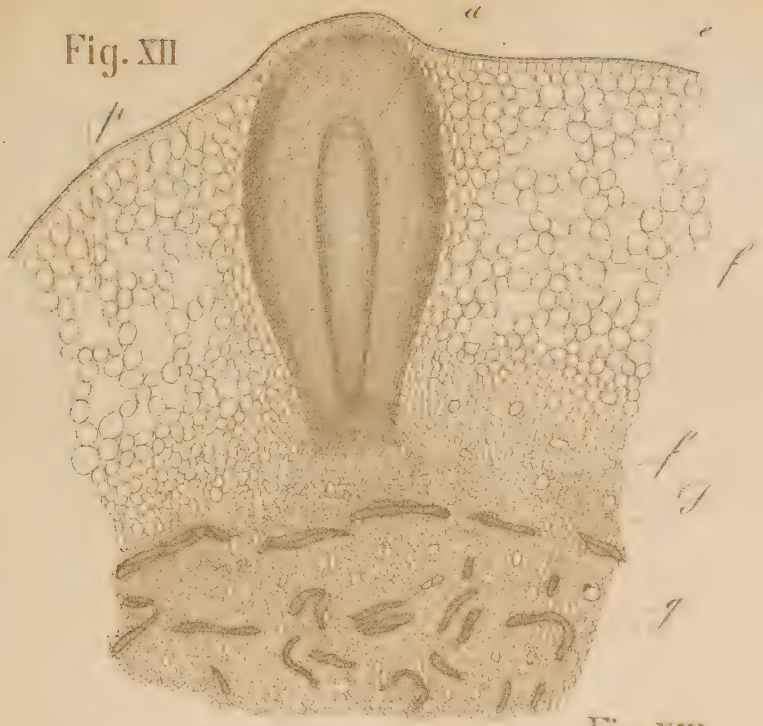

Fig. XIII

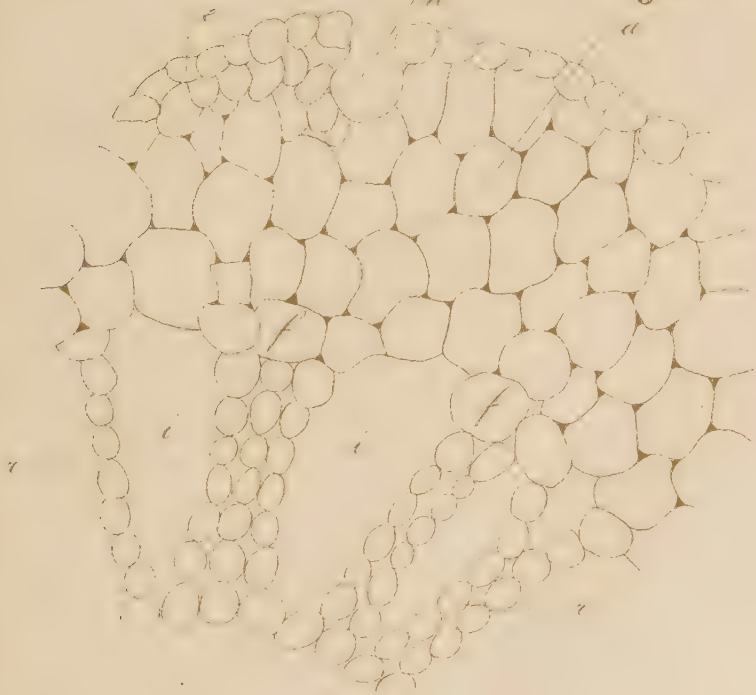

Fig. XIV

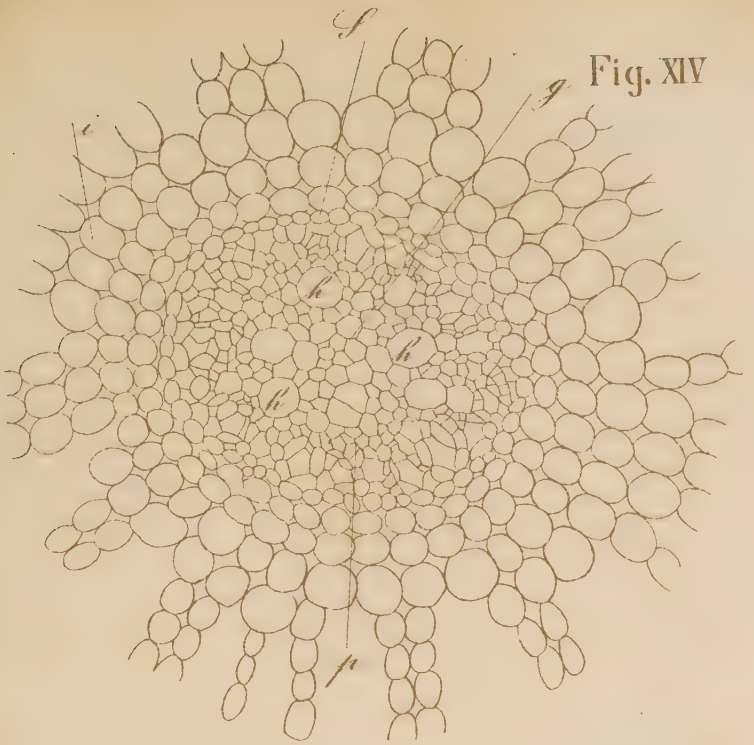

Fig. XV

Fig. XVI

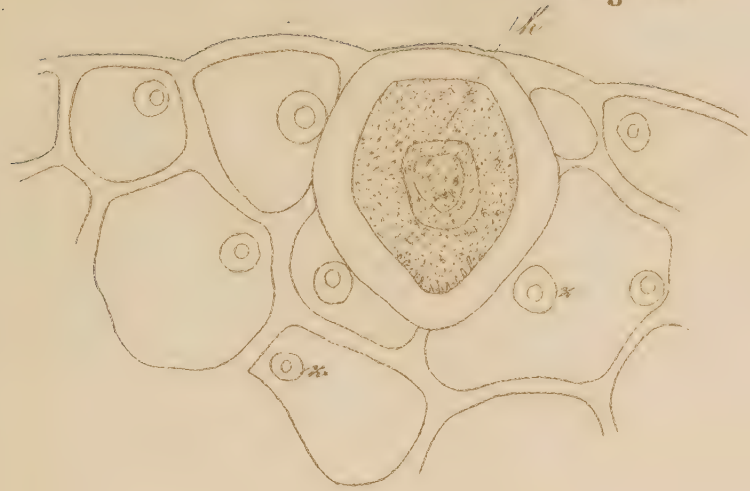

Fig. XVII

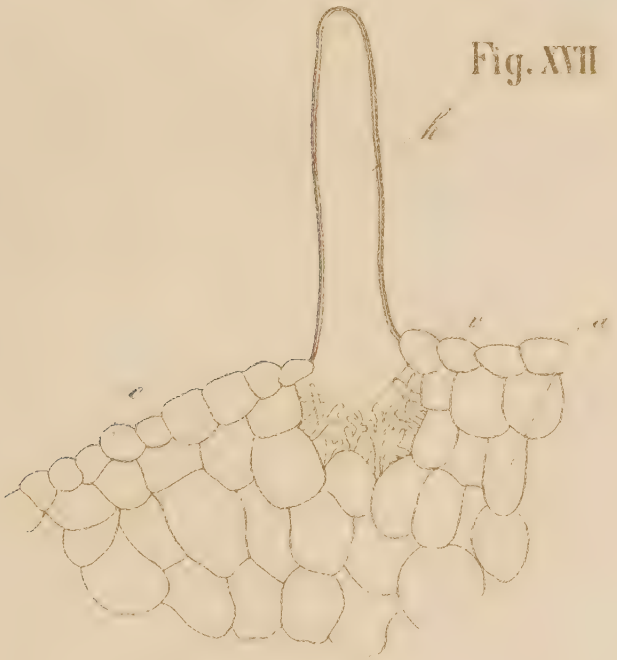

Fig. XVIII

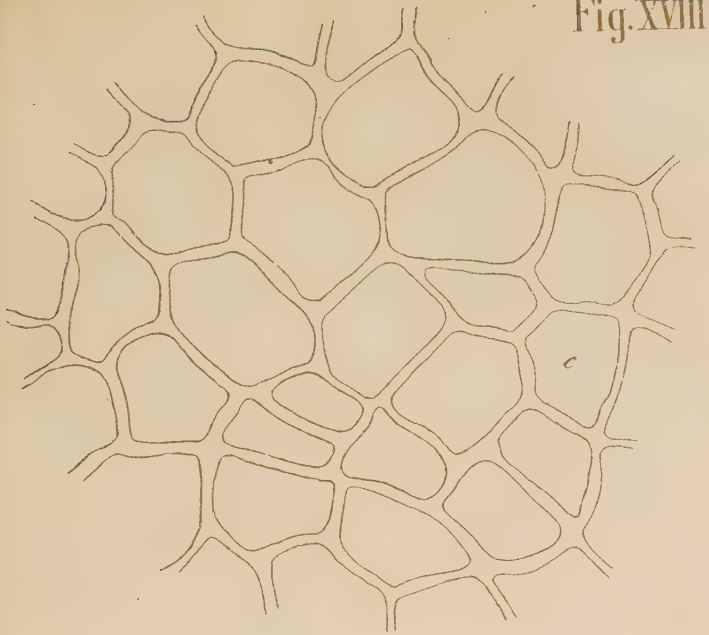

Fig. XIX

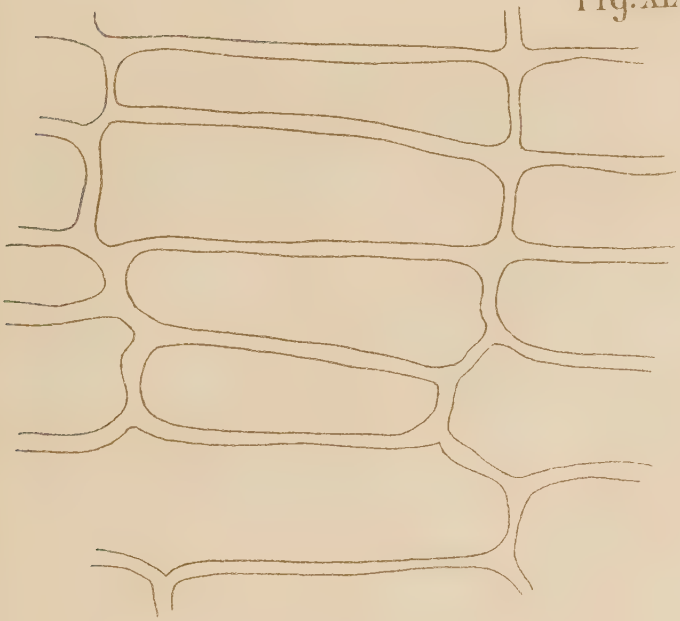

Fig. XX

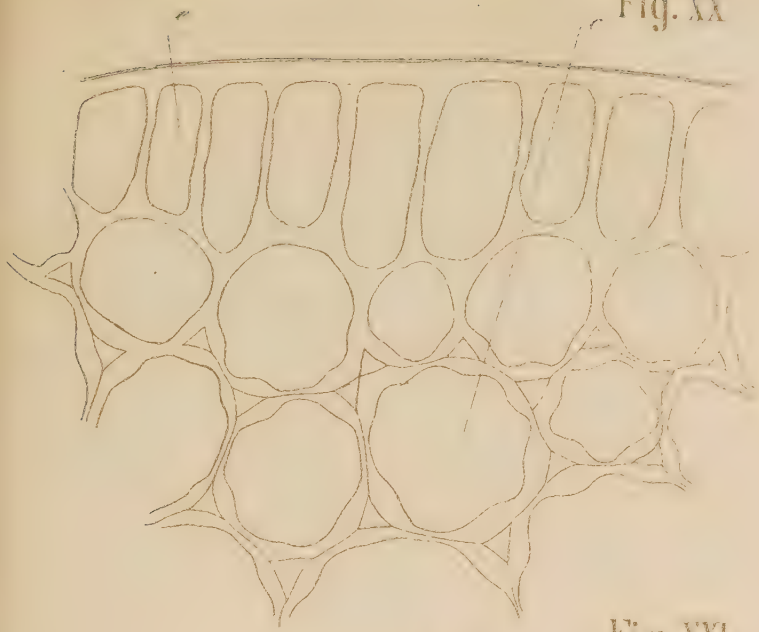

Fig. XXI

Fig. XXII

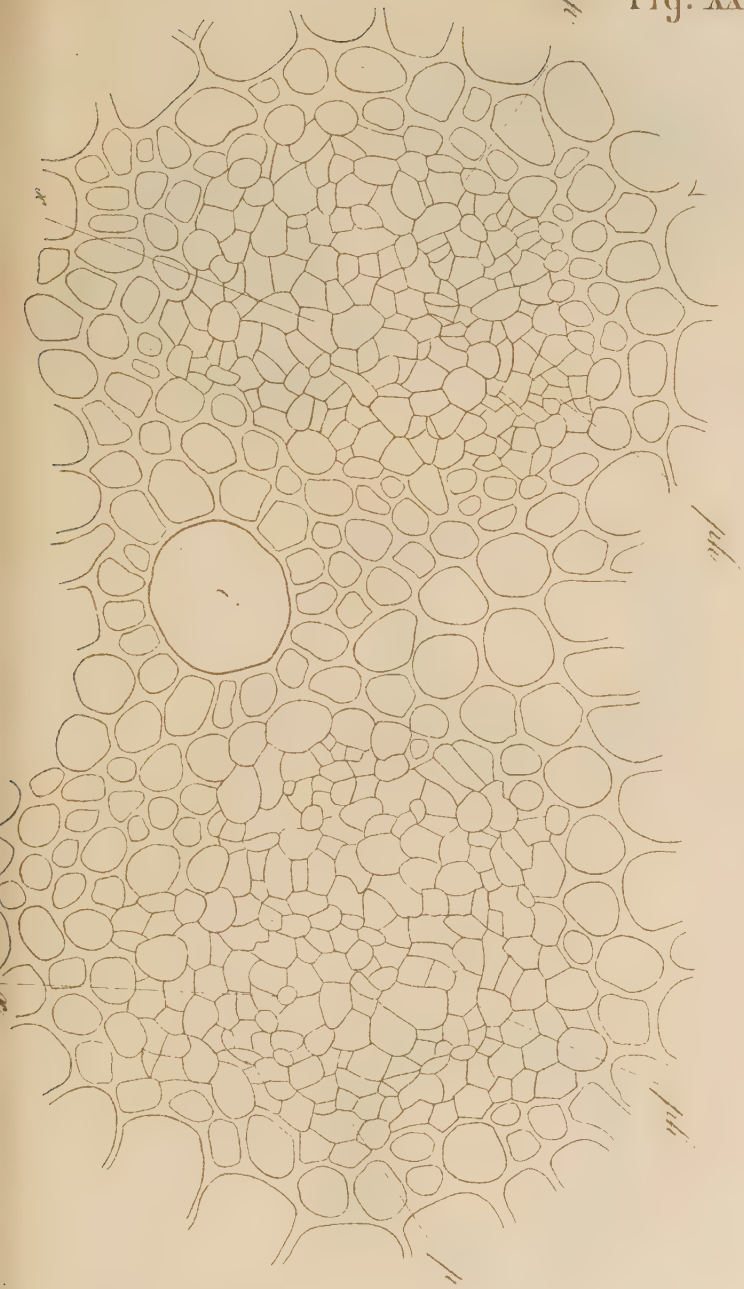

Fig.XXIV

Fig.XXIII

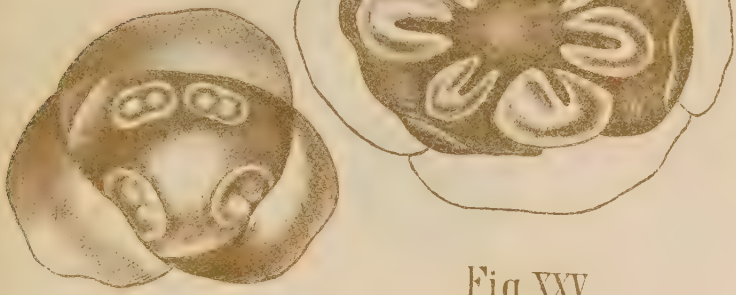

Fig.XXV

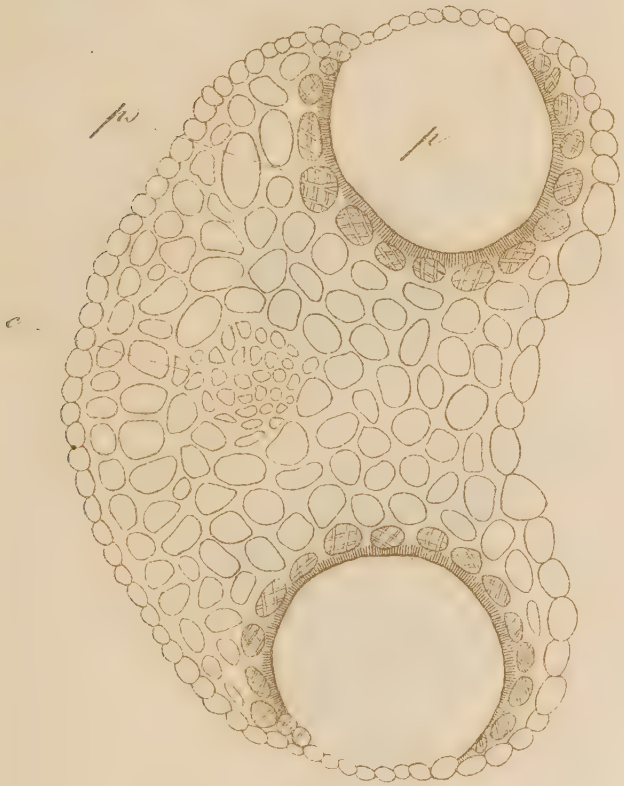

Fig.XXVI

Fig.XXVII

Fig.XXVIII

Fig. XXIX

Fig. XXX

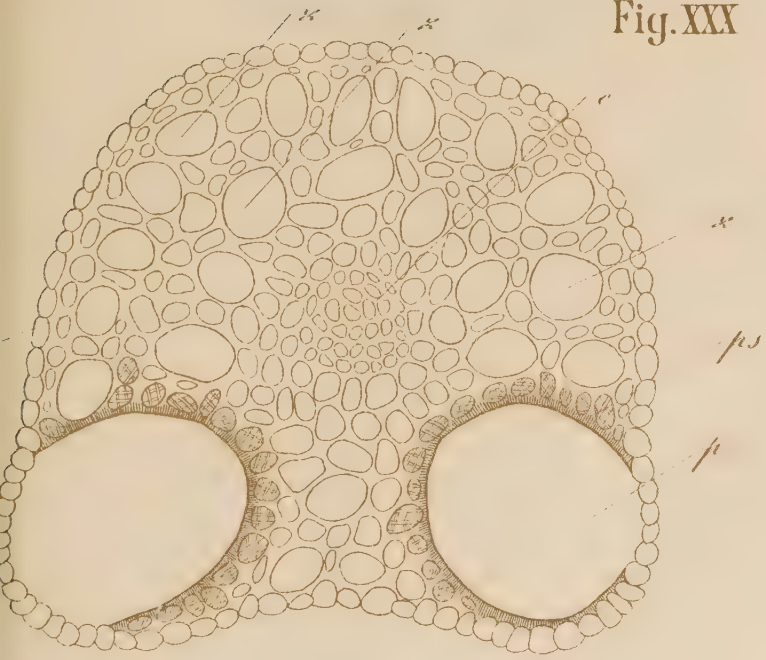

Fig. XXXI
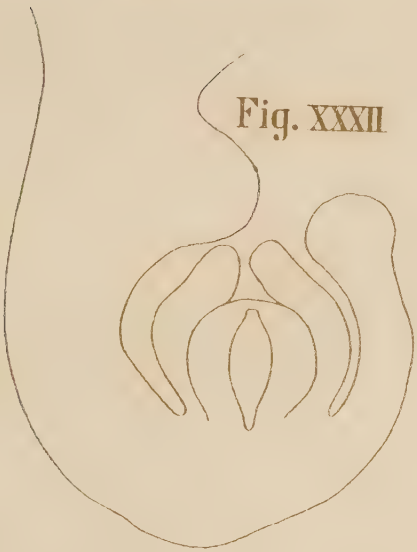
Fig. XXXII